

Carlos Foradada Baldellou y Pilar Irala-Hortal
(Coords.)

RE_VISIONES SOBRE
ARTE, PATRIMONIO Y TECNOLOGÍA
EN LA ERA DIGITAL



Universidad
Zaragoza



UNION EUROPEA
Fondo Europeo de
Desarrollo Regional
Contrato Europeo de Aragón



GOBIERNO
DE ARAGON

Carlos Foradada Baldellou y Pilar Irala-Hortal (coords.)

***Re_Visiones sobre Arte, patrimonio
y tecnología en la era digital***

IAACC Pablo Serrano

Gobierno de Aragón

© del texto de los respectivos autores.

© de las imágenes: sus autores.

© de la imagen de cubierta: diseño de Carlos Foradada sobre imagen de fondo del proyecto de Ana Serrano, Belén Masía y Diego Gutiérrez.

Coordinación: Carlos Foradada Baldellou y Pilar Irala-Hortal.

Grupo de investigación Observatorio Aragonés de Arte en la Esfera Pública de la Universidad de Zaragoza, financiado por el Gobierno de Aragón (Referencia Grupo H-28) y cofinanciado con Feder 2014-2020 “Construyendo Europa desde Aragón”.

Del proyecto: “Arte, patrimonio y tecnología en la era digital” (242-90, IP Carlos Foradada Baldellou)

Patrocinado por el Vicerrectorado de Política Científica, Universidad de Zaragoza.

© de la presente edición: Gobierno de Aragón.

ISBN 978-84-8380-411-7

Depósito Legal Z 943-2019

Coordinación de diseño, maquetación e impresión: Juan C. Moreno Ruiz, info@popoimagen.com

Este libro estará disponible en el portal web del Instituto Aragonés de Arte y Cultura Contemporáneos Pablo Serrano de Zaragoza.

Índice

Creatividad, investigación y comunicación en la era digital	7
Carlos Foradada, Pilar Irala-Hortal, Jesús Pedro Lorente.	
1. Investigación y recuperación del patrimonio	
1.1. La anastilosis virtual en arqueología: El Cabezo de la Cruz (La Muela, Zaragoza). José M ^a Rodanés, Jesús V. Picazo, Jorge Angás, Paula Uribe.	19
1.2. La inclusión social en el patrimonio a través de la realidad aumentada. Un caso de estudio: La Cordera (Huesca). Noelia Navarro, Almudena Domínguez.	29
1.3. Documentación superficial de yacimientos arqueológicos del Bronce Final y Primera Edad del Hierro mediante drones o RPAS. Su aplicación en El Cabezo Morrudo (Rodén-Fuentes de Ebro, Zaragoza). Jesús V. Picazo, José M ^a Rodanés, Jorge Angás, Paula Uribe.	41
1.4. Un paseo visual, a través de la animación 3D, por el Museo del Puerto fluvial de <i>Caesaraugusta</i> . Carmen Aguarod, Lucía Alonso.	53
1.5. Sonificación de las torres mudéjares de Aragón: De la arquitectura a la música. José Ramón Beltrán, Miguel Ángel Varona, Sergio Lasuén.	61
1.6. Living Histor-e: Didáctica del Patrimonio y Nuevas Tecnologías. Darío Español.	71
1.7. Aplicaciones digitales para la atención sostenible del patrimonio. El conjunto mural del ábsde del real Monasterio de Santa María de Sijena. Guillermo Torres, Patricia Uceda, Raquel Carcas.	77
1.8. Nuevas tecnologías aplicadas al arte medieval. Pedro Luis Hernando Sebastián.	87
1.9. Las <i>Pinturas negras</i> de Goya recuperadas en la digitalización de las fotografías de Laurent. Carlos Foradada.	95
1.10. Manolo Aguado: la introducción del <i>Spectrocolor</i> y la holografía en el horizonte artístico del siglo XX. Jorge Sabino Pina, Elena Aguado.	107
1.11. La digitalización del patrimonio fílmico y videográfico como herramienta de conservación del videoarte histórico en su transmisión al futuro. Parámetros de conservación, digitalización, exhibición y difusión. Carlota Santabárbara.	119
1.12. La limpieza superficial de los oleos TITAN [®] como desafío tecnológico: pH y conductividad del lienzo <i>Abstracción</i> de Pascual Blanco. Elena Aguado, Chiara María Bianchi, Marian García, María Teresa Gil, Rosa Valgañón.	127
1.13. La Media Archaeology como fundamento para recuperar el patrimonio de la electrografía artística en España. Beatriz Escribano.	137
2. Infografía y diseño	
2.1. El diseño en las páginas web turísticas de las comarcas de Huesca. Antón Báguena.	149
2.2. Diseño de Experiencias Interactivas: una Experiencia Docente Multidisciplinar. Javier Marco Rubio.	159
2.3. Materialidad digital desde la competencia Científica en Diseño. Francisco Javier Serón.	167
2.4. Auschwitz- una exposición itinerante - diseño, gestión de colecciones y de información. Anna Biedermann, Ana Galán, Luis Ferreiro.	175
2.5. Formando a personas creativas en la era digital. Evaluación x-disciplinar de una herramienta basada en el diseño. M ^a Belén Calavia, Teresa Blanco, Roberto Casas.	185
2.6. Investigación sobre libros híbridos como espacio artístico en diseño gráfico. Silvia Hernández.	195
2.7. Gigantografía y arte público como contrapoder. Francisco Javier Galán, Anna Biedermann.	205
2.8. Modelado 3D de la Estación Internacional de Canfranc. Juan Villarroya, Beatriz Martín, José Ángel Salanova.	213
2.9. Relación armónica entre el ser humano y el círculo. Arquitectura en movimiento. Sergio de Félix.	221
2.10. Nueva rama profesional: Artistas 3D. José Javier Luis Tello.	227

3. Audiovisuales y videojuegos

3.1. El arte del videojuego: historia, concepto y método como descriptores creativos. Pilar Irala-Hortal, Manuel Viñas.	233
3.2. Una metodología para la integración de objetos o retratos fotografiados en elementos virtuales. Marta L. Sánchez, Ana M. Hernández, Marisa Bernabeu.	243
3.3. El Arte del Videojuego como motor para la reimaginación de estilos arquitectónicos. Adrián Ruiz.	251
3.4. Four Intermissions: experiencia de producción audiovisual en ETOPIA, Centro de Arte y Tecnología de Zaragoza. Víctor Solanas-Díaz.	259
3.5. Arte y Patrimonio en internet. Estudio de casos de bancos de imágenes. Javier Trabadela, María García García.	265
3.6. El canon ludonarrativo como patrimonio: de los videojuegos pixelados a las 3D. Dan Tarodo Cortes.	275
3.7. La repercusión de la tecnología digital en el proceso creativo del cine español de ficción: <i>Lucía y el sexo</i> (Julio Medem, 2001). Fernando Sanz Ferreruela.	283
3.8. El sonido también ocupa espacio. (Marcel Duchamp). Mariña Alonso.	291
3.9. El poder de la imagen: El cine como herramienta artístico-educativa en la sociedad de la comunicación. Carlos Rojas-Redondo.	297

4. Pensamiento, crítica y comunicación

4.1. Formación artística y ecosistema universitario: las prácticas artísticas, el impacto tecnológico y la política universitaria. Carlos Plasencia.	307
4.2. Musealización, historicación y divulgación del Media Art. Experiencias y problemáticas. José Ramón Alcalá.	313
4.3. Las instituciones de la memoria en la era digital. Algunas experiencias de accesibilidad a las fuentes y de comunicación del conocimiento en archivos y museos. Eva María Alquézar.	323
4.4. Mirrors and variations: from digitised portraits to derivative artworks. Helena Barranha.	333
4.5. La educocomunicación web 2.0 de los museos en la sociedad digital. Borja Aso, Silvia García-Ceballos, M ^a Pilar Rivero.	339
4.6. Documentación de patrimonio cultural en entornos digitales colaborativos: Wikimedia Commons. Jesús Tramullas y Rubén Ojeda.	347
4.7. <i>AACADigital</i> y <i>Revista Cultural Kalós</i> , dos revistas electrónicas aragonesas sobre artes y cultura contemporánea. Jesús Pedro Lorente, Guillermo Juberías.	355
4.8. DOCUMENTA: Un ejemplo de ampliación del espacio expositivo para la creación de relaciones estéticas en el museo de la era digital. Ioannis Mouratidis.	365
4.9. Creatividad saludable. Una perspectiva ontológica de la creatividad en la cultura digital. David Viñuales.	375
4.10. El Mail Art como relato y medio para pensar el espacio fílmico. Irene Covaleda.	383
4.11. Karto Gimeno: Entre la perspectiva y el espacio liminal. Ruth Barranco Raimundo.	387
4.12. <i>"A destiempo"</i> (2011). La primera serie de fotografía digital de Rafael Navarro. Francisco Javier Lázaro Sebastián.	397
4.13. Innovación periodística en la televisión pública para la difusión cultural. Estudio del Lab de RTVE. María Purificación Subires Mancera.	405

5. Computadores y creatividad: "De la Industria visual 4.0 a la Industria visual 5.0"

5.1. Del museo en el bolsillo a las experiencias inmersivas de realidad aumentada insitu. Adolfo Muñoz García y Ana Martí Testón.	411
5.2. La gestión de los contenidos en la Industria Visual 4.0. Carlos Narbaiza.	417
5.3. Extender capacidades con la realidad mixta. Cynthia Gálvez López.	421
5.4. Realidad Virtual inmersiva. Un mundo de posibilidades. Case study: Entrar en el Cuadro. Museo Thyssen-Bornemisza. Ana Revilla, Ignacio Lacosta.	427
5.5. Estudio del comportamiento atencional de usuarios en entornos virtuales. Ana Serrano, Belén Masía, Diego Gutiérrez.	437
5.6. Computadores y creatividad. Francisco José Serón.	443

1.2. La inclusión social en el patrimonio a través de la realidad aumentada. Un caso de estudio: La Codera (Huesca)

Noelia Navarro Gracia^{1]}
Almudena Domínguez Arranz^{2]}

1. Significación de la realidad aumentada (RA) y su implicación en el patrimonio arqueológico

Desde finales de los noventa se ha producido un auge espectacular en el uso de las técnicas asistidas por ordenador para la presentación e interpretación del patrimonio arqueológico. Las reconstrucciones virtuales tridimensionales han desplazado a los tradicionales dibujos 2D en la difusión del patrimonio arqueológico gracias a sus increíbles posibilidades y ventajas en los procesos de comunicación con el público. La posibilidad de reconstruir en entornos tridimensionales, sin necesidad de alterar vestigios originales, imágenes de un pasado perdido del que sólo conservamos algunos fragmentos a los que denominamos patrimonio, es tan sugerente que no puede pasar desapercibida en ningún proyecto de puesta en valor de patrimonio arqueológico al aire libre (LÓPEZ-MENCHERO, 2012:75).

Con esta premisa planteamos la musealización del yacimiento de La Codera desde un punto de vista didáctico y de su accesibilidad universal, apoyándonos en los recursos que nos brindan las nuevas tecnologías de la información, más concretamente en una de las herramientas en las que han evolucionado, la RA, afirmada en la geolocalización, que nos ofrece una opción portátil y nos aporta nuevos instrumentos para la enseñanza de contenidos, así como para la valoración y difusión del patrimonio.

Existe cierta confusión cuando nos aproximamos al término de RA, pues en algunos casos se confunde con la realidad virtual (RV) o incluso la realidad mezclada, aunque hay que reconocer también que en los últimos años la bibliografía es cada vez más precisa. En cuanto a RV nos enfrentamos a un entorno artificial, casi imaginario, que sumerge en exceso a sus usuarios, puesto que estos pierden la relación con el entorno y su realidad. En cambio, cuando nos referimos a RA queremos especificar entornos que conjugan ambos mundos, el real y el virtual a través de la superposición de imágenes, con la ayuda de elementos tecnológicos como los smartphones o dispositivos pda, y por lo tanto el resultado es la mezcla de ambos, donde se puede distinguir lo real de lo virtual, y donde lo virtual es un vehículo perfecto que conecta nuestra experiencia cognitiva con las hipotéticas reconstrucciones, documentadas y con base científica, del elemento patrimonial o natural que estamos visitando. El caso de la realidad mezclada es un concepto aparecido como resultado de la suma de ambas virtualidades, la RV y la RA.

En ambos supuestos se reduce el impacto físico sobre los sitios y se sumerge al espectador en una recreación que facilita el entendimiento, incluyendo un mayor grado de accesibilidad en varios sentidos, espacial, temporal y cognitiva. Podemos realizar la visita a un yacimiento arqueológico que cuente con esta herramienta de apoyo sin la necesidad de disponer de una persona mediadora o sin tener que adecuarnos a horarios establecidos (accesibilidad temporal); al poder observar las reconstrucciones desde cierta distancia se está facilitando la accesibilidad física, puesto que no es necesario realizar el recorrido del itinerario completo para poder acceder a toda la información, y el hecho de poder observar el pasado como si nos asomáramos a una ventana, con la imagen original, nos da una mayor comprensión de lo observado, facilitando la accesibilidad cognitiva y fomentando el disfrute en el entorno

1] Doctoranda del Departamento de Ciencias de la Antigüedad de la UZ. Mail: noelianavarrogracia@gmail.com

2] Catedrática del Departamento de Ciencias de la Antigüedad de la UZ. Mail: aldomin@unizar.es

del aprendizaje no formal. De esta manera se ofrece al visitante una lectura sencilla del yacimiento y se consigue romper las barreras físicas y comprensivas.

No queremos ser excesivamente atrevidas enunciando un proyecto con una accesibilidad universal real, puesto que somos conocedoras de las dificultades que atañe el concepto universal en torno al patrimonio arqueológico. Con frecuencia nos enfrentamos a contextos arduos y ásperos, mal conservados y de manera parcial, en terrenos poco amigables que dificultan someramente la accesibilidad espacial. No obstante, si nos planteamos el proyecto en vistas a la consecución de dicha universalidad obtendremos un producto patrimonial bastante más accesible en todos los términos.

Hasta hace un tiempo, la museografía se había sostenido en métodos tradicionales en los que no había interacción entre la audiencia y el bien cultural. En la actualidad se está comenzando a tener en cuenta este aspecto, llegando a soluciones como la utilización de recursos tecnológicos que mejoran la experiencia personal con técnicas como por ejemplo la RA (MONZÓN, 2016:40). El discurso museográfico extrapolado a lugares con patrimonio *in situ* tuvo un papel muy relevante en cuanto a su difusión y conocimiento en sus orígenes, en cambio si queremos que la relación visitante-patrimonio sea más estrecha y activa no podemos dejarlo solo en manos de la museografía clásica que encontramos en edificios físicos y museos, por insuficiente y desfasada a veces, por no mencionar los altos costes que implican sus instalaciones y mantenimiento en lugares al aire libre.

Los progresos tecnológicos, de la informática y de la captura de datos están contribuyendo al avance de cómo es percibido el patrimonio cultural por investigadores y público. En la actualidad, la documentación gráfica del patrimonio debería estar basada en la dinamización e interpretación del mismo, asegurando de este modo un desarrollo sostenible de la cultura. No se ignora que los proyectos patrimoniales tienen una clara dimensión social. La sociedad del ocio cada vez más consume y demanda cultura, por lo que podemos desarrollar y mejorar los métodos para hacer más accesible la cultura a la ciudadanía y de esta forma, fomentar el turismo. Además, existe un extenso legado patrimonial situado en zonas rurales que queda fuera de las rutas turísticas de las grandes ciudades (PEINADO, 2014:101-102). Si aprovechamos la oportunidad que nos ofrecen las TICs y las proyectamos en el patrimonio en una de sus vertientes más interesantes, como la RA, podemos obtener un producto de consumo cultural atrayente y en consecuencia una mayor proyección social e incremento de visitas. Además no debemos olvidar que La Codera, se encuentra en un marco rural, al margen de grandes ciudades y únicamente con pequeños núcleos poblacionales próximos. Contar con una aplicación para su comprensión puede atraer la atención de distintos públicos.

Con las reconstrucciones virtuales obtenemos una doble finalidad. Por un lado, científica, donde se presenta la investigación sobre el terreno y los resultados obtenidos, para establecer un canal de comunicación con proyectos análogos que nos dirijan hacia una mejor interpretación de los restos culturales. Y por otro, divulgativa, a través de la cual acercar el patrimonio arqueológico a la sociedad, presentando la realidad que una vez se dio en un entorno concreto y en un contexto definido por el paisaje. Hay una tercera finalidad enfocada a la conservación y restauración del patrimonio arqueológico.

Se ha comprobado que disponer de la versión virtual del patrimonio anima a visitar el sitio arqueológico, pues la visita presencial supone un conocimiento extra (MORENO; 2017:782). Con la RA como vehículo de presentación y difusión del patrimonio deseamos conseguir una mayor inmersividad de los visitantes, estimulando sus sentidos sin alterar el vestigio original. Esta herramienta cuenta con un alto valor educacional posibilitando disfrutar de nuevas experiencias fuera de las aulas o los museos de forma intuitiva, interactiva y atractiva.

La sociedad actual se mueve en entornos interactivos y tecnológicos por lo que no podemos dar la espalda a este hecho y debemos tener presente que la realidad nos exige estar a la altura. Hay sectores de población, entre ellos los más jóvenes, que no conciben un mundo sin dispositivos, solo se acercan a los contenidos culturales a través de una pantalla, por lo que es necesario que las TICs estén integradas

en el sistema educativo y en los entornos de aprendizaje no formal para establecer canales de comunicación accesibles a un mayor público potencial. Siendo usables y sencillos de manejo los dispositivos no se convertirán en nuevas barreras para las personas.

Así pues, la RA constituye un recurso didáctico sustentado en la tradición pedagógica de aproximar al alumno a su entorno, de facilitar aprendizajes significativos y funcionales (SÁNCHEZ; SEBASTIÁ; 2014:677). Si además disponemos de un dispositivo portátil, smartphone o pda, contaremos con un recurso multimedia inclusivo capaz de adaptarse a una gran variedad de usuarios y sostenible en términos económicos por la gran versatilidad que ofrecen.

2. Museos virtuales

La introducción de las TICs en la sociedad ha planteado cambios en nuestra forma de comportarnos e interactuar con el medio, y dentro de los cambios de estas prácticas socioculturales se encuentra también la visita a un museo.

Planteados como ventanas al mundo que muestran nuestro pasado y nuestra cultura, objetos y creaciones, los museos no podían quedarse de manos cruzadas y no aprovechar las ventajas que ofrecen para el público en general, y los jóvenes y personas con capacidades diferentes más en particular. Pero antes de lanzarnos a crear nuestros recursos multimedia debemos tener presente que las visitas a los museos o instituciones culturales (además del patrimonio musealizado) se realizan en nuestro tiempo libre, por lo que debemos ser capaces de ofrecer conocimientos a la par que ocio, para crear un ambiente lúdico durante la visita (en el medio físico o virtual) de nuestras propuestas culturales.

Los museos en internet han evolucionado rápidamente, no sólo por su número, sino por los niveles de innovación ante la digitalización de archivos, de imágenes y de modelos interactivos que pueden explotarse en sus plataformas. El fundamento de los museos presenciales en línea y virtuales parte de imágenes digitalizadas que se puedan manipular por medio de un *zoom* de muy alta definición, descargándolas en *flash* o visualizándolas en 3D (GÓMEZ, 2013:37). El diálogo que establece el público con los objetos observados virtualmente, aunque pueda parecer una contradicción, es mucho más directo que físicamente, puesto que puede manejarlos a su gusto y mantener un contacto más cercano que le conduzca a una relación de aprendizaje más intensa y fructífera. La presentación de los objetos en red con toda la información concerniente a ellos mismos (medidas, materiales, estado de conservación) puede conducir a una mayor valoración de las piezas que cuando son observadas en su lugar físico, además de agilizar la duración del tiempo de visita en los museos, puesto que el usuario ya ha aprehendido e interiorizado toda la información con anterioridad.

Un museo, sea del tipo que sea, exhibe sus contenidos de diversas maneras, pero si nos concentramos en su proyección al exterior a través de la tecnología vemos tres opciones, basadas a su vez en la forma que tiene de relacionarse con el público. Por un lado, tenemos la institución museística casi decimonónica, que presenta sus colecciones en un edificio concreto, que hace un uso casi exclusivo de las TICs para la difusión de sus contenidos y actividades, es decir, con poca presencia en las redes sociales o tan sólo empleadas como herramienta de transmisión de sus funciones. La ventaja de estos centros es el contacto directo que ofrecen con la obra, el disfrute del espectador ante la pieza original.

Por otro lado, nos encontramos con un museo de concepto parecido al anterior pero que concibe las TICs como una herramienta de comunicación, que cuenta no sólo con las opciones básicas en la red de darse a conocer, sino que en su portal web facilita una sección a modo de museo virtual donde el usuario puede recorrer las salas del museo e incluso idear sus propias exposiciones con los contenidos de la institución.

El tercer ejemplo recoge museos virtuales que no tienen reflejo en un edificio físico, sino que se trata sólo de exposiciones de colecciones en red. En este aspecto son mucho más prolíficos los museos de

arte moderno, dada la existencia de algunos autores que experimentan este medio para la creación de sus obras.

Romina Elisondo y María Fernanda Melgar se fijan en la distinción realizada por Pereyra (PEREYRA, 2009) en relación a las dos últimas tipologías de museos en línea clasificándolos como museos virtuales o museos digitales. Los museos virtuales contienen colecciones de artefactos y recursos electrónicos que pueden ser digitalizados y guardados en un servidor. Los digitales, en cambio, ofrecen en línea los servicios y recursos que prestan los museos físicos tradicionales, a través de los que se exhibe, total o parcialmente, su conjunto patrimonial. Estos espacios comunican y, además, ofrecen recursos educativos: actividades, foros de discusión, materiales didácticos, información referida al patrimonio, que pueden ser empleados por la audiencia para construir conocimiento (ELISONDO, MELGAR, 2015:18).

Siguiendo las pautas del ICOM, respecto a lo que es un museo, podemos enunciar que un museo virtual responde a todas las características indicadas e incluso potencia alguna de ellas más que un museo físico. Con sus obras digitalizadas (o creadas virtualmente) el museo virtual permite una contemplación exhaustiva de las piezas, y la investigación puede ser más fructífera que en un museo físico. Paralelamente al desarrollo de las TICs, estos museos han incorporado nuevos elementos que favorecen la interactividad y transmisión de conocimiento. Es importante destacar que los contenidos deben ser generados teniendo en cuenta al usuario final, facilitando el acceso a la información de una manera sencilla y eficiente (ROBLES, FEITO, JIMÉNEZ, SEGURA; 2012:34).

3. Estado de la cuestión: ejemplos de aplicación de realidad aumentada (RA) en yacimientos arqueológicos

La aplicación de la RA para la presentación del patrimonio arqueológico *in situ* es un hecho desde el descubrimiento de las ventajas que esta herramienta tecnológica tiene en contextos culturales, y más concretamente en el campo arqueológico donde realizó sus primeras incursiones como motor de comunicación y difusión para todo tipo de públicos. Los ejemplos son múltiples y muy variados, donde no siempre prima la veracidad ni las buenas prácticas debido en origen a la falta de experimentación, aunque hay que reconocer que conforme avanza su desarrollo se perfecciona la técnica y buena utilización de la misma.

Seguidamente, presentamos los que, a nuestro criterio, conforman los mejores ejemplos de uso y de los que extraemos ideas para la puesta en práctica en el conjunto de La Codera. Dejamos de momento al margen aquellas aplicaciones basadas en la RV, como el proyecto de reconstrucción Dar Al Yund de Medinat Al-Zahara, y plataformas enfocadas a videojuegos como PlayTRIMONIO o reconstrucciones virtuales en espacios museísticos, puesto que no se centran en el eje de nuestro proyecto, la RA en espacios patrimoniales al aire libre.

3. 1. Archeoguide

En primer lugar hacemos referencia a Archeoguide (Guía de Geolocalización y Realidad Aumentada del Patrimonio Arqueológico), un proyecto pionero en su aplicación en yacimientos arqueológicos. Nace a iniciativa de la UE, con implicación comunitaria e intervención de empresas privadas y públicas (Ministerio de Cultura griego).

Su aplicación se realizó en yacimientos arqueológicos ubicados en Olimpia. Para la visualización de modelos tridimensionales de tamaño natural a los visitantes se les equipa con una tablet, audífonos y un visor (HMD) que portan mientras realizan el recorrido por los puntos referenciados.

3. 2. LifeClipper

Similar al ejemplo anterior, LifeClipper ofrece la posibilidad de conocer las calles del barrio de St. Alban en su época medieval en Basilea (Suiza) mediante una tableta y un HMD. No se trata solo de una experiencia visual, puesto que incluye también los sonidos característicos de la época que se van reproduciendo en función de la orientación del visor de la persona que lo lleva. La experiencia audiovisual se potencia con personajes virtuales que conducen la visita y enriquecen la interacción con los usuarios.

3. 3. Lifeplus

Este proyecto fue promovido dentro del marco de la UE y desarrollado en la Universidad de Ginebra (Suiza) a través del grupo MIRALab. Realizado entre marzo de 2001 y noviembre de 2004 en el yacimiento de Pompeya, pretendía experimentar con las posibilidades de la tecnología de RA en su aplicación al patrimonio histórico.

Se combinaron escenarios reales con animaciones virtuales de escenas cotidianas, así como de flora y fauna, con el apoyo de la investigación científica que permitió tomar como modelos los frescos y pinturas que aún se conservan. El soporte móvil fueron unas gafas (HMD) que contaban con un sistema inalámbrico capaz de determinar los gráficos 3D que se insertaba en la imagen real.

3. 4. Arbel

Arbel Layers Uncovered (ALU) es un proyecto de investigación localizado en el sitio histórico de Arbela (Erbil o Ciudadela de Arbel) en Kurdistán (Iraq). Las labores arqueológicas desarrolladas en este enclave dieron a conocer distintos niveles de ocupación (de sumerios, medos, asirios, persas, griegos y otomanos), de ahí la complejidad de su explicación.

La solución para la fácil comprensión condujo a la búsqueda de un sistema con autoguiado que permitiese a los visitantes acceder a información relacionada con su contexto durante la visita y donde precisamente la aplicación de la RA mediante el empleo de smartphones dio con la clave para su disfrute y aprehensión.

3. 5. Els Vilars

La idea del proyecto Vilars-RA surge del convencimiento tanto del Grup de Recerca de l'Interacció PersonaOrdinador (GRIHO, adscrito al Departamento de Informática e Ingeniería Industrial de la Universidad de Lérida) como del Grup de Investigació Prehistòrica (GIP) de acercar al público los conocimientos arqueológicos e involucrarlo en la puesta en valor de su patrimonio. Se trata de una de las primeras experiencias ideadas en nuestro país en el campo de la aplicación de la RA en entornos arqueológicos.

Se intentó diseñar un concepto de visita en la que el usuario obtuviera un nivel de información personalizado y accesible desde el mismo yacimiento mediante un alto grado de interactividad con el entorno. A través de la técnica de *envisioning design*, una herramienta que permite crear escenarios de futuro, se realizó un proceso de diseño centrado en la creación de un sistema interactivo donde el usuario tuviera un papel determinante en la evaluación, diseño y desarrollo del mismo.

A pesar de los buenos planteamientos, el resultado no fue un producto de RA propiamente dicho, puesto que las imágenes no se superponían a través del visor del visitante, sino que éste debía realizar una comparación entre lo que veía y lo que se mostraba en la tableta.

3. 6. Los Millares

Para la accesibilidad y difusión del enclave arqueológico de Los Millares (Santa Fe de Mondújar, Almería), la Junta de Andalucía ha promovido la aplicación para dispositivos móviles "Millares Virtual"

que, pese al nombre, basa su difusión en la utilización de la RA. Aunque el impulso para su producción proviene de entidades públicas, ha sido necesario el patrocinio de empresas privadas como Michelin.

Para la elaboración de la aplicación se ha llevado a cabo una exhaustiva labor de documentación gráfica con la elaboración de fotografías de alta resolución del yacimiento que ha permitido el desarrollo del modelo tridimensional de tres túmulos inscritos en el recorrido.

3. 7. Cova del Barranc del Migdia

La Cova del Barranc del Migdia (Játiva), se ubica en una zona de compleja orografía con un único y complicado acceso a su interior y su recorrido, en su mayor parte, sólo puede realizarse en posición tumbada. Sin embargo, esta situación aunque complica el acceso a la cueva tanto para las labores arqueológicas como para su puesta en valor ha permitido la perfecta conservación de los vestigios.

Las labores arqueológicas realizadas en dicho emplazamiento han conducido a la aplicación de la RA para darlo conocer. El grupo de Patrimonio Virtual ha desarrollado la aplicación para la empresa Arpa Patrimonio y la fundación Cirne que lleva subvencionando diversas campañas en el yacimiento. Se ha pretendido crear un recorrido virtual interactivo que muestra la cueva y los restos encontrados, desde hallazgos muebles hasta representaciones rupestres.

Los soportes elegidos han sido un ordenador portátil y unas gafas (*oculus rift*). Los inconvenientes que presentan los ordenadores portátiles en cuanto a la movilidad por los recorridos de otros yacimientos arqueológicos no se hacen patentes en este enclave puesto que la única manera de acceder al interior de la cavidad es de manera virtual.

4. Un estudio de caso: La Codera

El Conjunto Arqueológico de La Codera reúne en escasos centenares de metros un extraordinario patrimonio. Los restos abarcan desde la Edad del Bronce a la época ibérica cubriendo casi un milenio. En este lugar contamos con un poblado de la Edad del Bronce, un asentamiento de Campos de Urnas, un poblado de la Edad del Hierro con dos necrópolis asociadas, y un poblado ibérico. Además, existen otros restos pendientes de clasificación, otras dos necrópolis prehistóricas y sendos hornos de cal modernos. Dada la vasta extensión y la falta de suficientes resultados científicos para todo el área, nos centramos ahora en el poblado de la I Edad del Hierro y sus dos necrópolis.

La investigación de la evolución histórica y urbanística del *oppidum* de la I Edad del Hierro permite realizar una reconstrucción virtual más objetiva que, sin abandonar la fundamentación científica, aporta veracidad a los futuros resultados en la aplicación de la RA para la difusión del yacimiento. Desde 1997 se han realizado campañas anuales, de distinta duración en función de los fondos conseguidos, enfocadas al conocimiento de este asentamiento enclavado entre Alcolea de Cinca y Chalamera, e inscrito en dos comarcas, Cinca Medio y Bajo Cinca. El poblado se encuentra en el extremo alargado de una plataforma situada a unos 220 m de altitud y rodeado de una fuerte pendiente de 45 m de desnivel en casi todo su perímetro. Como parte fundamental y complementaria del trabajo de campo desde 2004 se ha contado con voluntarios para las labores de conservación y restauración de los restos bajo la dirección de un restaurador titulado.

La dilatada investigación arqueológica, apoyada en los pertinentes análisis de datación, proyecta cuantiosos datos sobre la distribución del poblado, el número de habitantes, la composición de los materiales de sus estructuras, así como una rica cultura material que documentan las técnicas de elaboración autóctonas. Con nuestro planteamiento teórico pretendemos ordenar los resultados de las investi-

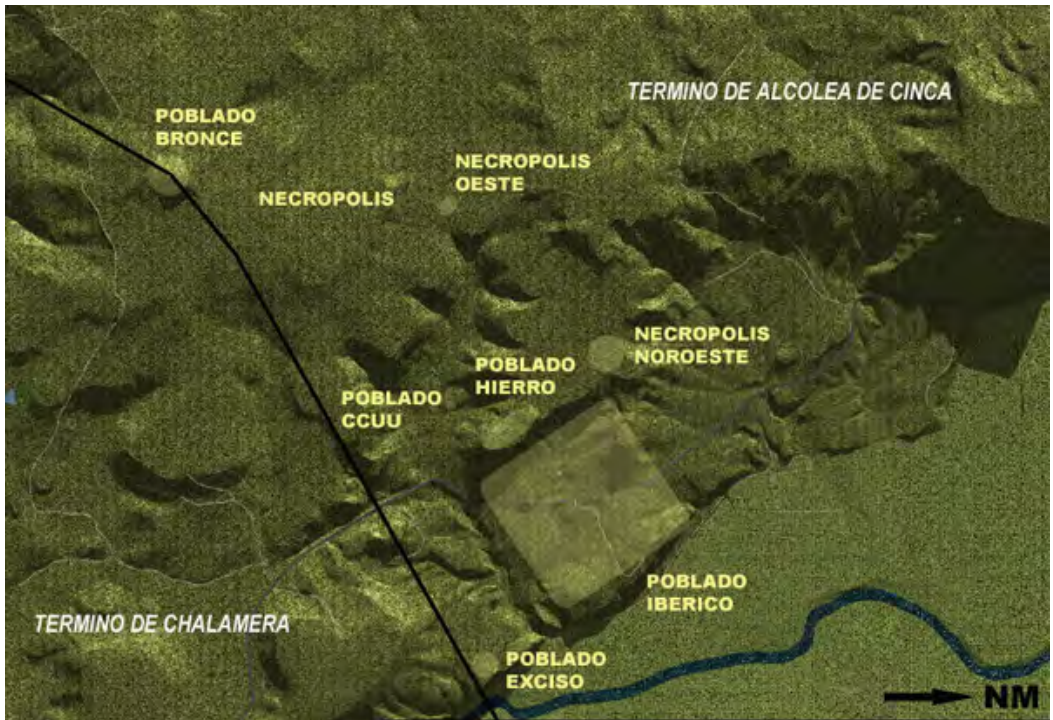


Figura 1. Distribución topográfica del conjunto arqueológico de La Codera. Autor: Félix Montón (<http://www.lacodera.es/>).

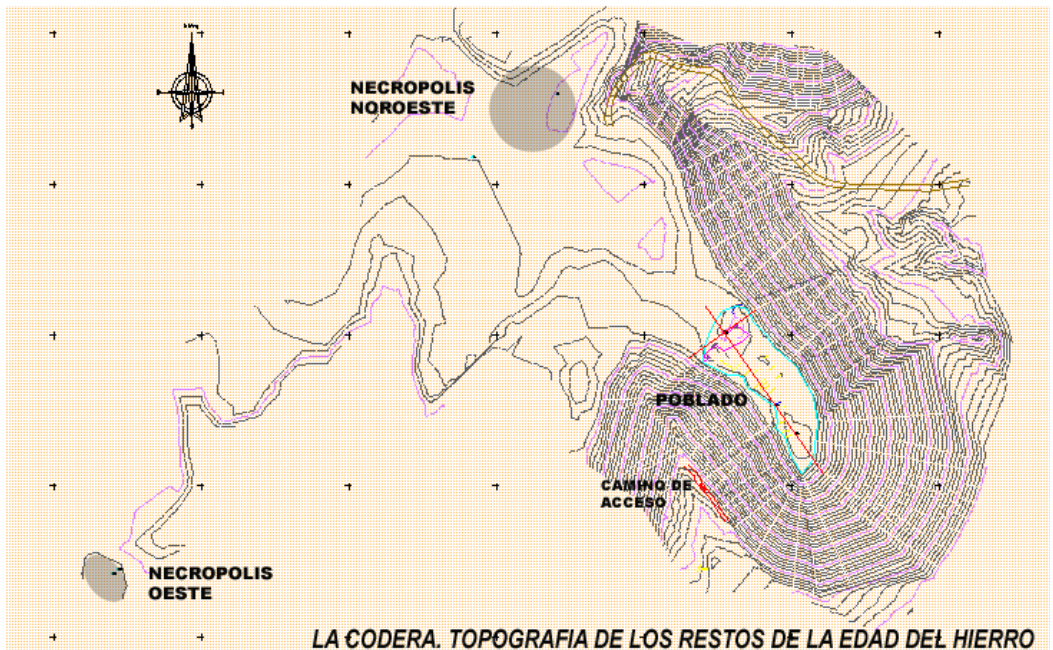


Figura 2. Topografía de los restos asociados a la I Edad del Hierro, con la ubicación de ambas necrópolis señaladas. Autor: Félix Montón (<http://www.lacodera.es/>).

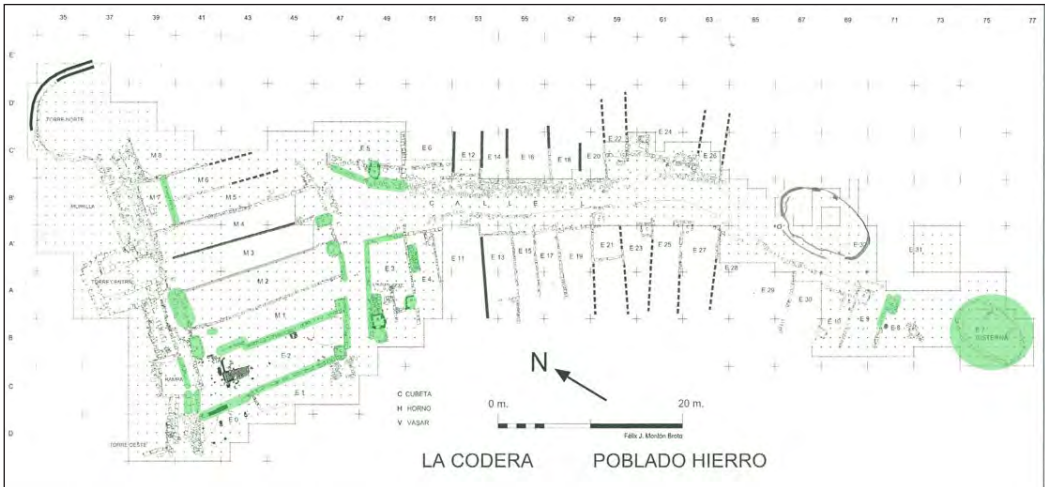


Figura 3. Plano del poblado de la I Edad del Hierro con las intervenciones de restauración y conservación realizadas señaladas. Autor: Félix Montón y Noelia Navarro.

gaciones desarrolladas en el yacimiento para conseguir un producto museográfico que presente el poblado como un atractivo enclave arqueológico para una amplia audiencia.

La campaña de restauración de 2017 se orientó a la reconstrucción por anastilosis de un muro caído que conformaba parte de una de las paredes de una habitación. La actuación nos aporta un mayor conocimiento de las técnicas constructivas en La Codera durante el período señalado y arroja luz para nuestra propuesta de aplicación de la RA para la reconstrucción virtual de manera no intrusiva.

Descartamos la opción del empleo del videomapping por los malos resultados obtenidos en su aplicación con una gran cantidad de luz, sobre todo natural, puesto que dificulta su visionado.

El empleo de técnicas como la RA para la puesta en valor y presentación del patrimonio cultural posibilita contar con nuevas lecturas e interpretaciones de la historia que nos abren una ventana al pasado fundamentada en la investigación científica. La posibilidad de ver sobre las ruinas de los edificios la reconstrucción virtual en 3D de los mismos junto a información adicional de audio y texto, permitiendo tener consciencia del estado del edificio en su época original, encarna un auténtico viaje al pasado que nos conecta directamente con nuestro legado.

Deseamos diseñar un concepto de visita en la que el público obtenga un nivel de información personalizado, acorde a sus expectativas, con el soporte técnico de software correcto y una interfaz cómoda en la que el diálogo entre el espectador y los restos sea fluido y fructífero. De la consulta de las fuentes secundarias para la elaboración del presente artículo hemos llegado a la conclusión de que el mejor medio tecnológico para la visita es el smartphone, más generalizado entre el público, hecho que facilita la accesibilidad de la aplicación.

Las reconstrucciones virtuales para el yacimiento no deberían centrarse exclusivamente en su distribución urbanística, puesto que poseemos datos en detalle de la flora y fauna del entorno del mismo. De esta manera la relación ya no sólo sería con el bien cultural, sino también con el natural a través de la recreación del entorno.

La aplicación, apoyada en la geolocalización (gracias a las brújulas y GPS de los teléfonos móviles) puede detectar la orientación de la cámara del dispositivo y moverse a la vez que la vista del usuario, vislumbrando solo aquellas partes que desea conocer.

Nos planteamos algunas dudas sobre la aplicación de la RA en entornos arqueológicos:

- ¿Contamos con los datos suficientes para una reconstrucción fidedigna?
- ¿Podemos conseguir un enriquecimiento de la experiencia del visitante?



Figura 4. Resultado de la intervención en el muro caído y reconstruido por anastilosis. Paramento norte. Autor: David Rodríguez.



Figura 5. Resultado de la intervención en el muro caído y reconstruido por anastilosis. Paramento sur. Autor: David Rodríguez.

- ¿Facilita la visita a todos los públicos y así mismo la labor de la persona mediadora-intérprete?
- ¿Nos llevan a la consecución de una accesibilidad universal con su consiguiente inclusión social?

5. Conclusiones

Dar respuesta a las preguntas esbozadas permite justificar los motivos por los que nuestro caso de estudio es un modelo adecuado de aplicación para la RA.

La extensa trayectoria de investigación con la que cuenta La Codera da idea de su singularidad y de su entidad como conjunto arqueológico. En concreto, el poblado de la I Edad del Hierro cuenta con todos los elementos relevantes de un enclave de estas características, amén de una relativa buena conservación de las estructuras que admite una reconstrucción virtual fidedigna. A nuestro favor está la evidencia arqueológica de un solo nivel de ocupación (el poblado no ha sido ocupado varias veces ni por un lapso de tiempo muy prolongado), por lo que su comprensión por el visitante es más accesible, ya que tan sólo debe comprender un contexto del lugar con una población concreta.

La idea de aplicar esta herramienta en La Codera se acompaña de la necesidad de actualizar la forma de establecer un diálogo con el público, bidireccional, esto es donde los propios usuarios sean también creadores de contenidos y puedan establecer relaciones más afectivas con el entorno, plantando de esta manera la semilla de la concienciación social hacia el respeto y cuidado de su patrimonio.

Vivimos en una sociedad en la que el mínimo esfuerzo es demasiado, y donde el ocio no solo debe entretener, sino que debe ser inmediato y atractivo. Contar con una herramienta que a simple golpe de vista, a través de un dispositivo portátil, nos ayude a comprender y apreciar dichos restos, incentiva la motivación a seguir conociendo.

Contar con un educador o educadora de museo que ayude al público a interpretar los restos siempre es un valor añadido. Pero, si además puede apoyar su discurso en reconstrucciones en 3D en tiempo real su mensaje cala más hondo y mantiene al público más motivado. Por consiguiente, nos encontramos más cerca a la accesibilidad universal e inclusión social al facilitar diferentes escalas de aprendizaje y lectura de los mismos restos. La inclusión social además se ve favorecida con el uso de este tipo de aplicaciones en aspectos como el ritmo de aprendizaje que cada persona necesita para interiorizar y asimilar la información que se le ofrece, la posibilidad de elección del idioma, el volumen al que desea escuchar los contenidos, así como el tamaño de la letra o la altura desde la que percibe las imágenes.

En suma, parece importante recalcar que una de las principales ventajas que presenta la RA en contraposición a las reconstrucciones volumétricas sobre los restos originales es la no intrusión en la conservación y el estado de las estructuras. Donde más auge está teniendo esta herramienta es en la restauración, dado que permite el estudio de los materiales y las estructuras, así como el visionado de las reconstrucciones de los restos sin la más mínima alteración.

A tenor de los ejemplos expuestos debemos reconocer que, pese a contar con una amplia investigación científica, hemos de ser justas con la realidad y plantear una mayor extracción de información enfocada a la realización de dicha aplicación en La Codera. Entre otros aspectos, debemos comenzar por la toma de fotografías de mayor resolución, ya no solo del conjunto del poblado, sino de las estructuras que se quieren singularizar, así como fotografías aéreas del yacimiento para situar al visitante durante su recorrido. A partir de las fotografías se pueden diseñar los modelos 3D que posteriormente se van a superponer a las imágenes reales. Dicha documentación gráfica nos conduce a una mejor selección de los puntos que consideramos de interés para recrear nuestro itinerario de visita.

Como pautas previas al diseño de la aplicación es preciso plantearse la movilidad, la ergonomía y la sencillez del mantenimiento de aquella. Para ello, la interfaz ha de cumplir con las especificaciones del hardware de la plataforma, que además sea compatible con los dispositivos portátiles empleados, que

la información ofrecida se presente en distintos niveles y las personas puedan seleccionarla en función del interés propio (evitar agobios, sobreinformación o abandono de la plataforma por exceso de contenidos), y lo mismo que la navegación sea sencilla, accesible, multilingüe e intuitiva.

Obtenida toda la información que se encuentra a nuestro alcance, estaremos en posición de gestionar la financiación idónea para producir la aplicación y el conjunto de personas apropiado, ya sea en forma de grupo de investigación o empresa privada. Tarea ciertamente ardua y comprometida.

Bibliografía

- CARRERAS MONFORT, César (2005): "Los proyectos de educación en museos a través de las nuevas tecnologías", *mus-A*, núm. 5, *Museos y Nuevas Tecnologías*, Sevilla, Junta de Andalucía, pp. 34-38.
- (2005): "El estudio sobre el impacto de las nuevas tecnologías en el público de los museos", *mus-A*, núm. 5, *Museos y Nuevas Tecnologías*, Sevilla, Junta de Andalucía, pp. 39-42.
- ELISONDO, Romina; MELGAR, María Fernanda (2015): "Museos y la Internet: contexto para la innovación", *Innovación Educativa*, vol. 15, núm. 8, México, Instituto Politécnico Nacional, pp. 17-32.
- ESPINOSA RUIZ, Antonio; BONMATÍ LLEDÓ, Carmina (2013): *Manual de accesibilidad e inclusión en museos y lugares del patrimonio cultural y natural*, Gijón, Trea.
- GARROCHERA RIVAS, Esther (2017): "Los nuevos retos en la gestión del Patrimonio Arqueológico. El uso inteligente de las Tics y la difusión accesible del Patrimonio", *Tercio Creciente*, núm. 11, Jaén, Universidad de Jaén, pp. 45-58.
- GÓMEZ MONT, Constanza (2013): "Los museos virtuales como espacios para el aprendizaje", *Virtualis*, año 4, núm. 8, México, Instituto Tecnológico de Monterrey, pp. 35-43.
- GUTIÉRREZ, Diego.; HERNÁNDEZ, Luis (2013): "Debate e investigación. Potencial de la Realidad Virtual en el ámbito del Patrimonio", *Revista PH*, núm. 46, Sevilla, IAPH, pp. 50-59.
- LÓPEZ-MENCHERO BENDICHO, Víctor Manuel (2012): *Manual para la puesta en valor del patrimonio arqueológico al aire libre*, Gijón, Trea.
- MONZÓN, J. (2016): "Aplicación de técnicas de ingeniería inversa para la documentación gráfica y geométrica del patrimonio en un proyecto de realidad aumentada: un producto museográfico para la catedral de La Seo de Zaragoza", en *Arqueología 2.0, Congreso Internacional de Arqueología e Informática Gráfica*, Universidad Politécnica de Valencia, Valencia, pp. 32-43.
- MORENO MUÑOZ, Marta (2017): "Acercamiento a los videojuegos como herramienta para la difusión del patrimonio industrial", *XI Congreso Virtual Internacional de Turismo y Desarrollo / VII Simposio Virtual Internacional Valor y Sugestión del Patrimonio Artístico y Cultural*, Málaga, Edumet.net, Universidad de Málaga, pp. 779-788.
- PEINADO CHECA, Zaira Joanna (2014): "Animaciones virtuales aplicadas a la difusión del patrimonio inmueble. La villa de Ágreda (Soria)", *VAR*, vol. 5, núm. 11, Valencia, Universidad Politécnica, pp. 101-108.
- PEREYRA, Elvira (2009): "Un museo virtual de lo cotidiano", TORRE, Alfredo (2009): *Patrimonio cultural inmaterial. Conceptualización, estudios de caso, legislación y virtualidad*, Buenos Aires, Instituto Cultural de la Provincia de Buenos Aires, pp. 133-147.
- ROBLES ORTEGA, María Dolores; FEITO HIGUERUELA, Francisco; JIMÉNEZ DELGADO, Juan; SEGURA SÁNCHEZ, Rafael (2012): "Evolución de las tecnologías utilizadas en el desarrollo de Museos Virtuales", *VAR*, vol. 3, núm. 7, Valencia, Universidad Politécnica, pp. 34-38.
- RUIZ TORRES, David (2011): "Realidad aumentada y Patrimonio Cultural: nuevas perspectivas para el conocimiento y la difusión del objeto cultural", *E-rph: Revista electrónica de Patrimonio Histórico*, núm. 8, Granada, Universidad de Granada, pp. 92-103.
- (2012): "La realidad aumentada: un nuevo recurso dentro de las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) para los museos del siglo XXI", *Intervención*, año 3, núm. 5, México, Escuela Nacional de Restauración, Conservación y Museografía (Encrym), pp. 39-44.
- (2013): *La realidad aumentada y su aplicación en el patrimonio cultural*, Gijón, Trea.
- SÁNCHEZ VERDÚ, Ramón; SEBASTIÁ ALCARAZ, Rafael (2014): "Realidad aumentada. Recurso para el aprendizaje de la geografía: Geoalcoi", *XVI Congreso Nacional de Tecnologías de la Información Geográfica*, Alicante, Universidad de Alicante, pp. 676-683.

